

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号

特許第7353935号

(P7353935)

(45)発行日 令和5年10月2日(2023.10.2)

(24)登録日 令和5年9月22日(2023.9.22)

(51)国際特許分類

F I

G 0 1 T 1/17 (2006.01)

G 0 1 T 1/17

G

G 0 1 T 7/00 (2006.01)

G 0 1 T 7/00

A

A 6 1 B 6/00 (2006.01)

A 6 1 B 6/00

3 0 0 P

G 0 1 B 21/00 (2006.01)

A 6 1 B 6/00

3 0 0 S

G 0 1 B 21/20 (2006.01)

G 0 1 B 21/00

A

請求項の数 18 (全20頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願2019-209445(P2019-209445)

(22)出願日 令和1年11月20日(2019.11.20)

(65)公開番号 特開2020-95025(P2020-95025A)

(43)公開日 令和2年6月18日(2020.6.18)

審査請求日 令和4年11月11日(2022.11.11)

(31)優先権主張番号 16/218,905

(32)優先日 平成30年12月13日(2018.12.13)

(33)優先権主張国・地域又は機関

米国(US)

早期審査対象出願

(73)特許権者 504407000

パロ アルト リサーチ センター インコ

ーポレイテッド

アメリカ合衆国 カリフォルニア州 9 4

3 0 4 パロ アルト カイオーテ ヒル

ロード 3 3 3 3

(74)代理人 100094569

弁理士 田中 伸一郎

(74)代理人 100109070

弁理士 須田 洋之

(74)代理人 100067013

弁理士 大塚 文昭

(74)代理人 100086771

弁理士 西島 孝喜

(74)代理人 100109335

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 統合型ひずみセンサを有する可撓性X線センサ

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

屈曲可能なデジタルX線検出器であって、

可撓性基板、前記可撓性基板上に形成された検出器バックプレーン、及び1つ以上のX線変換層を備え、X線源の方向に向けられた第1の側及び前記X線源から離れる方向に向けられた第2の側を有する、X線検出器と、

前記X線検出器に取り付けられた複数のひずみセンサの装置であって、前記複数のひずみセンサが前記X線検出器の裏側の表面全体に搭載されて、前記複数のひずみセンサの数に基づく数のデータ点を提供し、前記複数のひずみセンサは前記X線検出器の裏側に搭載され、前記複数のひずみセンサの前記装置は、空間分解能及び感度の両方を得るために使用される前記複数のひずみセンサの複数の列を含み、前記複数のひずみセンサのサイズは前記複数の列の各々について一定で、前記複数の列の中のある列の前記複数のひずみセンサのサイズは、前記複数の列の中の他の列の前記複数のひずみセンサのサイズよりも縮小されており、前記複数のひずみセンサの装置は、前記屈曲可能なデジタルX線検出器が、撮像される構造体又は物体に関する画像データを取得しているときに生じる屈曲の場所及び量に関するデータを提供する、複数のひずみセンサの装置と、を含む、屈曲可能なデジタルX線検出器。

【請求項2】

前記複数のひずみセンサの前記装置が、画像が取得されたときに前記X線検出器の屈曲形状を抽出するため、画像取得と同時に測定されるように構成されている、請求項1に記載

10

20

載の屈曲可能なデジタルX線検出器。

【請求項 3】

前記複数のひずみセンサの前記装置が、前記可撓性基板の縁部に配向された2つの直交軸に沿って位置付けられて、いずれか又は両方の軸に沿って前記X線検出器の屈曲形状を検出する、請求項1に記載の屈曲可能なデジタルX線検出器。

【請求項 4】

様々なサイズの前記複数のひずみセンサの複数の列が、屈曲形状の感度及び分解能の両方を得るために使用される、請求項1に記載の屈曲可能なデジタルX線検出器。

【請求項 5】

前記複数のひずみセンサが、画像取得を妨害しない位置で、前記X線検出器の前記第2の側に位置している、請求項1に記載の屈曲可能なデジタルX線検出器。

10

【請求項 6】

前記複数のひずみセンサが、前記X線検出器上に位置付けられている、請求項1に記載の屈曲可能なデジタルX線検出器。

【請求項 7】

前記複数のひずみセンサが、能動検出器撮像領域の外側の範囲にある前記検出器バックプレーンの前記第1の側に位置付けられている、請求項1に記載の屈曲可能なデジタルX線検出器。

【請求項 8】

前記複数のひずみセンサが、能動検出器撮像領域の下にある前記検出器バックプレーンの前記第1の側に位置付けられている、請求項1に記載の屈曲可能なデジタルX線検出器。

20

【請求項 9】

前記複数のひずみセンサが、前記検出器バックプレーンの前記第1の側に位置付けられ、能動検出器撮像領域内に点在している、請求項1に記載の屈曲可能なデジタルX線検出器。

【請求項 10】

前記複数のひずみセンサが、前記X線検出器に提供される最大ひずみを経験するように垂直スタックアップ内の場所に位置付けられている、請求項1に記載の屈曲可能なデジタルX線検出器。

【請求項 11】

前記複数のひずみセンサの前記場所が、前記X線検出器の支持層の外表面上である、請求項10に記載の屈曲可能なデジタルX線検出器。

30

【請求項 12】

TFTの第1のアレイは、前記検出器バックプレーンに関連付けられ、TFTの第2のアレイは、前記複数のひずみセンサに関連付けられ、TFTの前記第1のアレイ及びTFTの前記第2のアレイは、互いに分離している、請求項1に記載の屈曲可能なデジタルX線検出器。

【請求項 13】

X線検出器が構造体又は物体の画像データを取得しているときに、屈曲可能なX線検出器の曲線を検出する方法であって、

40

屈曲可能なX線検出器を湾曲した位置に位置付けて、構造体又は物体の画像データを取得することと、

前記X線検出器の層に取り付けられた又は統合された複数のひずみセンサの装置からデータを読み出すことであって、前記データは、前記構造体又は物体の形状に対応する前記屈曲可能なX線検出器の屈曲によって前記複数のひずみセンサに生じるひずみの量に対応し、前記複数のひずみセンサが前記X線検出器の裏側の表面全体に搭載されて、前記複数のひずみセンサの数に基づく数のデータ点を提供し、前記複数のひずみセンサを前記X線検出器の裏側に搭載することによって、前記複数のひずみセンサの複数の列を含む前記複数のひずみセンサの前記装置が、空間分解能及び感度の両方を得るために使用され、前記複数のひずみセンサのサイズは前記複数の列の各々について一定で、前記複数の列の中の

50

ある列の前記複数のひずみセンサのサイズは、前記複数の列の中の他の列の前記複数のひずみセンサのサイズよりも縮小されていることと、を含む、方法。

【請求項 1 4】

前記複数のひずみセンサの装置が、画像が取得されたときに前記 X 線検出器の屈曲形状を抽出するために、前記 X 線検出器による画像取得と共に測定されるように構成されている、請求項 1 3 に記載の方法。

【請求項 1 5】

同時測定が、前記複数のひずみセンサの抵抗変化を取得し、記録することを含む、請求項 1 4 に記載の方法。

【請求項 1 6】

屈曲可能なデジタル X 線検出器であって、

可撓性基板、前記可撓性基板上に形成された検出器バックプレーン、及び 1 つ以上の X 線変換層を備え、X 線源の方向に向けられた第 1 の側及び前記 X 線源から離れる方向に向けられた第 2 の側を有する、X 線検出器と、

前記 X 線検出器に取り付けられた複数のひずみセンサの装置であって、前記複数のひずみセンサの装置は、前記屈曲可能なデジタル X 線検出器が、撮像される構造体又は物体に関する画像データを取得しているときに生じる屈曲の場所及び量に関するデータを提供し、前記複数のひずみセンサの複数の列を含む前記複数のひずみセンサの前記装置が、空間分解能及び感度の両方を得るために使用される、複数のひずみセンサの装置と、を含み、前記複数のひずみセンサのサイズは前記複数の列の各々について一定で、前記複数の列の中のある列の前記複数のひずみセンサのサイズは、前記複数の列の中の他の列の前記複数のひずみセンサのサイズよりも縮小されている、屈曲可能なデジタル X 線検出器。

【請求項 1 7】

前記複数のひずみセンサが、能動検出器撮像領域の外側の範囲にある前記検出器バックプレーンの前記第 1 の側に位置付けられ、次いで、前記複数のひずみセンサを有する領域が、死角を低減させるために折り重ねられる、請求項 1 6 に記載の屈曲可能なデジタル X 線検出器。

【請求項 1 8】

外部で製造された前記複数のひずみセンサが、前記検出器バックプレーンに接合される、請求項 1 6 に記載の屈曲可能なデジタル X 線検出器。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本明細書では X 線イメージとも呼ばれるデジタル X 線検出器は、一般に、非晶質シリコン (a - S i) フォトダイオードのアレイをアドレス指定する a - S i 薄膜トランジスタ (T F T) アレイを使用してガラス上に製造されている。このような T F T アドレス指定型フォトダイオードアレイは、本明細書では時にはバックプレーンと称される。X 線シンチレータは、バックプレーンと接触して配置され、X 線をフォトダイオードによって検出され得る光にダウンコンバートする。シンチレータは、典型的には、T b ドープガドリニウムオキシスルフィド (G O S) 又はヨウ化セシウム (C s I) のいずれかであるが、他の材料が使用されてもよい。G O S シンチレータは、バックプレーンに接合されてもよいが、G O S シンチレータはまた、バックプレーンに接合されず、代わりに押し込まれてバックプレーンと接触してもよい。C s I シンチレータはまた、バックプレーン上に直接堆積されてもよく、又は代替的に別個の層として形成され、接着接合されるか又は押し込まれて接触してもよい。別個のシンチレーション層の必要性を排除する代替的なアプローチは、セレンなどの X 線光導電体を使用してフォトダイオードを形成することであり、フォトダイオードは、次いで、非常に類似した T F T アレイによってアドレス指定される。本開示は、いずれのタイプの構造体にも適用される。

【0 0 0 2】

当該技術分野において既知のように、同じバックプレーン構造体をガラスの代わりにブ

10

20

30

40

50

ラスチック / 可撓性基板の上に堆積させることができる。可撓性基板上にバックプレーンを作製するための様々な方法が存在する。当該技術分野において既知の1つの手順は、従来のガラス基板上に薄いポリイミド (P I) 層を形成することである。当該技術分野において既知の第2の方法は、 P E N (ポリエチレンナフタレート) などのより厚いプラスチック基板をガラスキャリアに接着させることである。いずれの場合も、バックプレーンは、その後、薄い基板層を有さないガラス上にあった場合と同じプロセスで製造される。処理が完了した後、シンチレータを前面に接着又は堆積させて、薄い基板膜及び a - S i バックプレーン層を支持する。次いで、この組み合わせをガラス基板から剥離し、追加の保護のために裏当て層を裏側に接着させることができる。プラスチック基板、接着接合材料、及び G O S シンチレータの可撓性の性質により、 X 線検出器、つまりイメージャが屈曲可能となる。

10

【 0 0 0 3 】

屈曲可能な X 線検出器は、様々な分野で関心を呼ぶ。いくつかの例としては、パイプライン又は他の湾曲した物体を検査すること、剛性の平坦な X 線検出器を導入できない限られた空間で物体を撮像すること、及び人体に適合して快適さと解像度を高めることが挙げられる。

【 0 0 0 4 】

しかしながら、屈曲可能な X 線検出器に関連付けられた問題は、屈曲可能な X 線検出器が屈曲位置にあるとき (例えば、撮像される湾曲した物体又は構造体と接触している間)、得られた画像は、平坦かつ / 又は剛性の X 線検出器によって取り込まれた画像と比較して、異なる解像度又は倍率を有し、したがって異なる外観を有することになる、ということである。本出願は、この問題に対処することを目的とする。

20

【 0 0 0 5 】

屈曲可能なデジタル X 線検出器は、可撓性基板と、可撓性基板上に形成された検出器バックプレーンと、1つ以上の X 線変換層と、を含む。 X 線検出器は、 X 線源の方向に向けられた第1の側と、 X 線源から離れた方向に向けられた第2の側と、を有する。更に、複数のひずみセンサの装置が X 線検出器に取り付けられ、複数のひずみセンサの装置は、屈曲可能なデジタル X 線検出器が撮像される構造体又は物体に関する画像データを取得しているときに生じる屈曲の場所及び量に関するデータを提供する。

【 0 0 0 6 】

X 線検出器は、画像が取得されたときに X 線検出器の屈曲形状を抽出するため、画像取得と同時に測定されるように構成されているひずみセンサの装置を含む。

30

【 0 0 0 7 】

検出器は、基板の縁部に配向された2つの直交軸に沿って位置付けられて、いずれか又は両方の軸に沿って屈曲形状を検出する、ひずみセンサの装置を含む。

【 0 0 0 8 】

X 線検出器は、屈曲形状の高感度及び高解像度の両方を得るために使用される、様々なサイズの複数列のひずみセンサを含む。

【 0 0 0 9 】

X 線検出器は、画像取得を妨害しない位置に、検出器の第2の側に位置するひずみセンサを有する。

40

【 0 0 1 0 】

X 線検出器は、後続的に検出器上に製造されるひずみセンサを有する。

【 0 0 1 1 】

X 線検出器は、能動検出器撮像領域の外側の範囲にある検出器の第1の側に、検出器バックプレーン製造プロセスと同時に製造されるひずみセンサを有する。

【 0 0 1 2 】

X 線検出器は、能動検出器撮像領域の下に、検出器の第1の側に検出器バックプレーン製造プロセスと同時に製造されるひずみセンサを有する。

【 0 0 1 3 】

50

X線検出器は、検出器の第1の側に検出器バックプレーン製造プロセスと同時に製造され、能動検出器撮像領域内に散在するひずみセンサを有する。

【0014】

X線検出器は、能動検出器撮像領域の外側の領域に、検出器の第1の側に検出器のバックプレーン製造プロセスと同時に製造されるひずみセンサを有し、次いで、ひずみセンサを有する領域は、死角を低減させるために折り重ねられる。

【0015】

X線検出器は、外部製造され、後続的に検出器に接合されるひずみセンサを有する。

【0016】

X線検出器は、X線検出器に提供される最大ひずみを経験するように、垂直スタックアップ内の場所に位置付けられたひずみセンサを有する。

【0017】

X線検出器は、X線検出器の支持層の外表面上に、ひずみセンサの場所を有する。

【0018】

X線検出器は、検出器バックプレーンに関連付けられたTFTの第1のアレイと、ひずみセンサに関連付けられたTFTの第2のアレイと、を有し、TFTの第1のアレイ及びTFTの第2のアレイは、互いに分離している。

【0019】

X線検出器が構造体又は物体の画像データを取得しているときに、屈曲可能なX線検出器の曲線を検出する方法は、湾曲した位置に屈曲可能なX線検出器を位置付けて、構造体又は物体の画像データを取得することと、X線検出器の層に取り付けられた又は組み込まれた複数のひずみセンサの装置からデータを読み出すことと、を含み、このデータは、構造体又は物体の形状に対応する屈曲可能なX線検出器の屈曲によって、複数のひずみセンサに生じるひずみの量に対応する。

【0020】

この方法は、画像が取得されたときにX線検出器の屈曲形状を抽出するために、X線検出器によって画像取得と共に測定されるように構成された複数のひずみセンサの装置を有することを含む。

【0021】

この方法は、複数のひずみセンサの抵抗変化を取得し、記録することを含む同時測定を有することを含む。

【図面の簡単な説明】

【0022】

【図1A】可撓性膜に堆積させ、後続的にシンチレータ及び下面保護層に接合させた後の屈曲可能なX線検出器構造体を示す。

【図1B】複数のシンチレータ層を有する屈曲可能なX線検出器構造体を示す。

【図1C】可撓性層に接合されていない屈曲可能なX線検出器構造体を示す。

【図1D】複数の屈曲可能なX線検出器バックプレーンを有する屈曲可能なX線検出器構造体を示す。

【図2】幾何学的不鮮鋭度を説明する系を示す。

【図3】剛性かつ／又は平坦なX線検出器によって取り込まれた画像と比較して、物体の外観を歪ませる湾曲した物体を（発散X線を使用して）撮像するためのX線検出器の屈曲を示す。このタイプの歪みは、X線検出器の形状（相対屈曲位置）が既知であるときに補正され得る。

【図4】剛性かつ／又は平坦なX線検出器によって取り込まれた画像と比較して、物体の外観を歪ませる湾曲した物体を（視準X線を使用して）撮像するためのX線検出器の屈曲を示す。このタイプの歪みは、X線検出器の形状（相対屈曲位置）が既知であるときに補正され得る。

【図5】x方向及びy方向の両方における屈曲のひずみを測定するためのひずみ（ゲージ）センサの配置の一実施形態である。

10

20

30

40

50

【図 6】異なるサイズの蛇行ひずみ（ゲージ）センサの例を示す。

【図 7】x 方向及び y 方向の両方における屈曲のひずみを測定するためのひずみ（ゲージ）センサの配置の一実施形態である。

【図 8】x 方向及び y 方向の両方における屈曲のひずみを測定するためのひずみ（ゲージ）センサの配置の一実施形態である。

【図 9】x 方向及び y 方向の両方における屈曲のひずみを測定するためのひずみ（ゲージ）センサの配置を示し、入力 / 出力は、装置の 2 つの縁部で使用可能であり、他の 2 つ縁部は、X 線検出器の入力 / 出力を提供している。

【図 10】X 線検出器の製造 / 構成に用いられる製造 / 構成プロセスを使用して提供されるひずみ（ゲージ）センサを示す。

【図 11】折り畳み技術を使用した、x 方向及び y 方向の両方における屈曲に対応するひずみを測定するためのひずみ（ゲージ）センサの配置を示す。

【図 12】図 9 の実施形態の側面図を示す。

【図 13】ひずみ（ゲージ）センサデータを読み出すための回路装置を示す。

【図 14】ひずみ（ゲージ）センサデータを読み出すための回路装置を示す。

【発明を実施するための形態】

【0023】

理解されるように、本出願は、屈曲可能なデジタル X 線検出器（本明細書では X 線イメージャとも呼ばれる）に関する問題を対象とする。X 線イメージャを X 線源と共に使用して、物体の X 線吸収画像を取り込む。撮像対象の物体は、X 線検出器と X 線源との間に配置される。X 線源は、物体を通過し、物体内の材料の厚さ及び X 線減衰係数に指数関数的に依存する速度で物体によって吸収される、X 線照射を放射する。X 線照射のこの強度変化は、検出器の X 線変換層に衝突し、X 線変換層が光導電体（Se 又は HgI₂ など）であるときは直接的に電荷キャリアに変換されるか、又は変換層層がシンチレータであり、検出器バックプレーンがフォトダイオードのアレイを含むときは、間接的に電荷キャリアに変換されるか、のいずれかとなる。本発明は、直接検出及び間接検出の両方の検出器に適用される。蓄積された電荷は、アナログ - デジタル変換器によってデジタル化され、コンピューティングデバイスによってデジタル画像に組み込まれる電荷増幅器によって測定され得る。

【0024】

このような装置をより詳細に説明するために、本開示に適切な屈曲可能なデジタル多層 X 線検出器 100 の非限定的な説明を示す図 1A に注目する。より具体的には、図 1A は、屈曲又は湾曲したときの間接的検出の多層 X 線検出器 100 の層を示す。多層 X 線検出器 100 は、シンチレータ X 線変換層 102（例えば、GOS、CsI、又は他の適切な材料）、a-Si 検出器バックプレーン 104（例えば、非晶質シリコン（a-Si）薄膜トランジスタ（TFT）アレイ装置、及び対応する a-Si フォトダイオードアレイ装置と、それに伴う関連する金属電極、相互接続線及び接触線と、を含む）、X 線検出器基板であると理解される基板層 106（例えば、PI 基板）、及び任意の下面保護層 108（例えば、ポリカーボネート、又は他のポリマーなどであるが、これらに限定されない可撓性プラスチック材料）を含む。本概念を更に説明するために、図 1A には、上記の層の少なくとも一部が製造プロセス中に堆積され、その後、そのような層が剥離される、ガラス製造基板 110（又は他の適切な材料）も示されている。ガラス製造基板 110 からの剥離前に、堆積層は実質的に平面又は平坦であり、剥離後は、外力による何らかの作用がなされるまで平坦なままであり得ることが理解される。

【0025】

図 1A はまた、X 線検出器 100 によって生成されたデータをコンピューティングデバイス 114 に供給するデータ出力線 112 を示している。コンピューティングデバイス 114 は、スタンドアロンコンピュータ、X 線検出器 100 に統合されたコンピューティングデバイス、又は取り込まれた画像を生成し、保存するのに適切なソフトウェアが搭載された任意の他のタイプのコンピューティングデバイスであることが理解される。生成され

10

20

30

40

50

る画像は、コンピューティングデバイスの一部である及び／又はそれとは別のディスプレイ 116 上に表示され得る形態である。

【0026】

図 1 B を参照すると、本発明の概念が適用可能な別の多層 X 線検出器構造体が例示されている。より具体的には、図 1 B の多層デジタル X 線検出器構造体 120 は、検出器構造体 120 の両側にシンチレータ層 122、124 を含み、また、検出器バックプレーン層 126 及び装置基板 128 (例えば、PI 基板) を含む。この構成は、単一のシンチレータ装置と比較して、特定の空間分解能のために増大した全シンチレータ厚さ、ひいてはより高い感度を提供する。ガラス製造基板 130 も示されている。

【0027】

図 1 C を参照すると、本開示による多層デジタル X 線検出器構造体 140 の別の実施形態が例示されている。この構成では、可撓性又は屈曲可能な装置基板 146 と別の可撓性層又は膜 148 との間に位置付けられた検出器バックプレーン 144 と、シンチレータ 150 と、を含む多層装置 142 が形成される。多層装置 142 が形成される一時的な製造ガラス基板 152 から基板 146 を除去する前に、シンチレータ 150 は可撓性層 148 (例えば、PI 層又は膜) に接合されていないことが示されている。代わりに、この実施形態では、基板 146 及び検出器バックプレーン層 144 が形成されると (一時的構築基板 152 に取り付けられている間)、他の層 148 は、検出器バックプレーン層 144 の前側にあるこの構成体に堆積される。次いで、シンチレータ 150 を移動させて (154)、可撓性層 148 と接触させる。

【0028】

図 1 D を参照すると、本開示の別の実施形態は、エネルギー分解能を可能にするように配置された屈曲可能な X 線検出器バックプレーン 162、164 を含む、多層デジタル X 線検出器構造体 160 によって示されている。X 線がシンチレータ 166 を通過するとき、一部は吸収され、一部は透過される。一般に、より高いエネルギー X 線は優先的に透過されるが、これは、典型的には特定のエネルギーで最大吸収 (k 吸収端) を有する特定のシンチレータに依存する。したがって、装置 160 によって示されるように、第 1 の X 線検出器バックプレーン 162 の裏側に配置された第 2 の X 線検出器バックプレーン 164 は、異なる X 線エネルギー分布を検出する。更に、吸収材料 168 は、任意選択的に、2 つの検出器バックプレーン 162、164 の間に配置され、ある範囲の X 線エネルギーを遮断する。検出器バックプレーン及び第 2 の検出器バックプレーン装置は、エネルギー分解能情報を提供する X 線遮蔽を含む。基板 170 及び下面保護層 172 も含まれる。

【0029】

本出願の教示は、図 1 A ~ 図 1 D のイメージャの実施形態によって限定されないことが理解される。特に、図 1 A を一例とするより一般的なレベルでは、シンチレータ層 102 は、異なる種類の層として構成されてもよく、同様に基板層 106 は、また、基板層とは異なる層としてより一般的なレベルで考慮され得る。したがって、そのような層は、検出器バックプレーン 104 に関連付けられた装置又は装置層と呼ばれることもあり、それ自体は、ある特定の実施形態では、a-Si 検出器とは異なり得る。加えて、図 1 A ~ 図 1 D (及び残りの図、例えば、図 2 ~ 図 14) では、様々に記載された X 線検出器は、X 線源 (図 1 A ~ 図 1 D には図示されていないが、図 2 ~ 図 4 に示図示されている) の方向に向けられた第 1 の側と、X 線源から離れる方向に向けられた第 2 の側と、を有する。

【0030】

このような屈曲可能な X 線検出器 (及び他の関連して設計された X 線検出器) 100 に関連する問題は、そのような X 線検出器 100 の屈曲 (例えば、湾曲した構造体又は物体が撮像されている間) は、平坦かつ／又は剛性の検出器によって取り込まれた画像と比較して、湾曲した構造体又は物体の外観の歪みをもたらすことである。湾曲したイメージャによって達成される密着は、画像内の特徴の改善された解像度及び倍率をもたらすが、剛性の平坦なパネル検出器で訓練されたユーザーは、剛性の平坦なパネル上に取り込まれた画像を、それらの関連する歪み (以下に説明する) と共に解釈することを好むか又はそれ

10

20

30

40

50

に慣れている場合がある。湾曲した設計の画像歪みは、X線検出器の形状（すなわち、相対屈曲位置又は屈曲量）が既知である場合、画像生成に使用されるソフトウェアなどによって補正され得る。したがって、画像に対する幾何学的修正を適用して、平坦なパネルイメージを模倣し得るよう、可撓性イメージの屈曲位置を記録することが望ましい。このことは、ユーザーに、可撓性パネルによって有効化される補間解像度へのアクセスを与えると共に、なお、ユーザーが解釈することに慣れている画像を生成する能力を提供する。

【0031】

可撓性の湾曲したパネルと剛性の平坦なパネルとの間の画像歪みは、物体と検出パネルとの間の非ゼロ距離によって生じ、発散X線源又は視準X線源が使用されるかどうかに応じて異なる影響を有することになる。

【0032】

ほとんどのX線源は点状ではなく、代わりに、有限の源域から延びる発散放射線ビームを生成する。このタイプの源を剛性の平坦なパネル検出器と共に使用して湾曲した物体を撮像する場合、例えば、得られる画像は幾何学的不鮮鋭度に悩まされる。幾何学的不鮮明度とは、放射線撮像設定における幾何学的要因に起因する鮮明度の喪失、つまりぼやけを指す。源域内の異なる点から延びるX線は、物体内の同じ点を通過するが、異なる点でイメージに衝突して画像をぼやかし得る。幾何学的不鮮明度 U_g は、式

【0033】

【数1】

$$U_g = f \frac{b}{a}$$

【0034】

を使用して計算することができ、式中、 f は、X線源の直径であり、 b は、物体と検出器との間の距離であり、 a は、物体とX線源との間の距離である。

【0035】

前述の「不鮮明度」という概念は、例えば、図2に示されるシステム200によって例示されている。拡張光源（又は発散光源）202は、異なる点から放射される光ビーム204を生成し、それによって光ビーム204は斜めに（すなわち、非平行）で延在する。このようにして、ビーム204が延在すると、2つのビームは、同じ点で物体206を通過し得るが、異なる移動角度により、ビームは、異なる場所でイメージ又は検出器208に遭遇又は衝突して、画像をぼやけさせる。光ビームの一部は、イメージ又は検出器208に遭遇せず、むしろ半影210を形成する。明確にするため、ビームの小さいサンプリングのみが示されていることが理解される。

【0036】

屈曲可能なX線検出器を使用することの利点は、X線検出器を撮像される湾曲した物体と直接接触させ得ることである。イメージを物体と接触させることにより、剛性の平坦なパネルイメージを用いて湾曲した物体を撮像することに関連付けられる幾何学的不鮮鋭度が大幅に低減する。屈曲可能な検出器を使用することにより、 b を材料の厚さまで低減させ、幾何学的不鮮鋭度を最小化することができる。

【0037】

上述したように、拡張光源（又は発散光源）は、物体の吸収画像を生成するために一般的に使用される。発散光源は、図2のビーム204によって例示される、互いに対して非平行なX線を生成する。発散源を使用して円筒形の物体を撮像するとき、画像歪みは、撮像される円筒の中心と入射するX線との間の角度によって異なる幾何学的拡大として明示される。

【0038】

この歪み概念を例示するために、図3のシステム300に注目する。この図は、パイプ312、平坦なX線検出器314、及びX線316を描写する副画像310と、パイプ312、湾曲した（屈曲可能な）X線検出器324、及びX線326を描写する副画像32

10

20

30

40

50

0 と、パイプ 3 1 2、平坦な X 線検出器 3 1 4、及び湾曲した X 線検出器 3 2 4、並びに平坦なパネル 1₁ 及び屈曲可能な検出器 1₂ 上でのパイプの特徴を示す画像の相対的な場所を記述する式を描写する副画像 3 3 0 と、を含む。

【 0 0 3 9 】

湾曲した X 線検出器 3 2 4 がパイプ 3 1 2 の周囲で屈曲されている副画像 3 2 0 に従って生成されたパイプ画像は、平坦な X 線検出器 3 1 4 がパイプ 3 1 2 の接線に配置されている副画像 3 1 0 の平坦な X 線検出器 3 1 4 を使用して撮像された、同じパイプ 3 1 2 よりも大きく見えることになる。

【 0 0 4 0 】

副画像 3 3 0 に示されている式は、パイプ 3 1 2 の同じ部分を通過する X 線光子が、平坦な X 線検出器 3 1 4 及び湾曲した X 線検出器 3 2 4 上の異なる位置に衝突するという事実によって、この拡大効果が生じることを実証している。これらの位置は、平坦な X 線検出器 3 1 4 に対して 1₁、湾曲した X 線検出器 3 2 4 に対して 1₂ と標識化され、X 線検出器の曲率半径 r によって設定される。この式は、1₂ が常に 1₁ 以上であり、これは、湾曲した X 線検出器 3 2 4 では、平坦な X 線検出器 3 1 4 より多くのバックプレーンアレイ画素（例えば、フォトダイオードアレイ）が、同じ長さのパイプを撮像するのに使用され、撮像される構造体又は物体の拡大を生じさせることを意味する。画像センサの曲率は、位置感知装置を使用して測定され得る。ひずみセンサ装置を使用して実装されるこのような位置感知設計の非限定的な例は、本明細書で詳述される。

【 0 0 4 1 】

このように、発散源を使用したときの幾何学的不鮮明度を軽減させる場合、この拡大効果は、物体の周囲で屈曲可能な X 線検出器 3 2 4 を屈曲させる利点である。このように、屈曲は、屈曲可能な X 線検出器 3 2 4 の分解能を効果的に高め、画像内の特徴を効果的に大きくする。

【 0 0 4 2 】

視準 X 線はまた、物体の吸収画像を生成するのに使用され得る。発散源とは異なり、視準 X 線源は、図 4 の 4 1 6 及び 4 2 6 によって示される、互いに実質的に平行な X 線を生成する。上述のように、視準源を使用して円筒形の物体を撮像するとき、画像歪みは、同様に、撮像される円筒の中心と入射する視準 X 線との間の角度によって異なる幾何学的拡大として明示される。

【 0 0 4 3 】

この歪み概念を例示するために、図 4 のシステム 4 0 0 に注目する。この図は、パイプ 4 1 2、平坦な X 線検出器 4 1 4、及び X 線 4 1 6 を描写する副画像 4 1 0 と、パイプ 4 1 2、湾曲した（屈曲可能な）X 線検出器 4 2 4、及び X 線 4 2 6 を描写する副画像 4 2 0 と、パイプ 4 1 2、平坦な X 線検出器 4 1 4、及び湾曲した X 線検出器 4 2 4、並びに平坦なパネル 1₁ 及び屈曲可能な検出器 1₂ 上でのパイプの特徴を示す画像の相対的な場所を記述する式を描写する副画像 4 3 0 と、を含む。

【 0 0 4 4 】

湾曲した X 線検出器 4 2 4 がパイプ 4 1 2 の周囲で屈曲されている副画像 4 2 0 に従って生成されたパイプ画像は、平坦な X 線検出器 4 1 4 がパイプ 4 1 2 の接線に配置されている副画像 4 1 0 の平坦な X 線検出器 4 1 4 を使用して撮像された、同じパイプ 4 1 2 よりも大きく見えることになる。

【 0 0 4 5 】

副画像 4 3 0 に示されている式は、パイプ 4 1 2 の同じ部分を通過する X 線光子が、平坦な X 線検出器 2 1 4 及び湾曲した X 線検出器 4 2 4 上の異なる位置に衝突するという事実によって、この拡大効果が生じることを実証している。これらの位置は、同じく、平坦な X 線検出器 4 1 4 に対して 1₁、湾曲した X 線検出器 4 2 4 に対して 1₂ と標識化され、X 線検出器の曲率半径 r によって設定される。この式は、1₂ が常に 1₁ 以上であり、これは、湾曲した X 線検出器 4 2 4 では、平坦な X 線検出器 4 1 4 より多くのバックプレーンアレイ画素（例えば、フォトダイオードアレイ）が、同じ長さのパイプを撮像するの

10

20

30

40

50

に使用され、撮像される構造体又は物体の拡大を生じさせることを意味する。画像センサの曲率は、位置感知装置を使用して測定され得る。ひずみセンサ装置を使用して実装されるこのような位置感知設計の非限定的な例は、本明細書で詳述される。

【 0 0 4 6 】

発散源を使用したときの幾何学的不鮮明度を軽減させる場合と同様に、視準源を使用したときのこの拡大効果は、物体の周囲で屈曲可能なX線検出器 4 2 4 を屈曲させる利点である。このように、屈曲は、屈曲可能なX線検出器 4 2 4 の分解能を効果的に高め、画像内の特徴を効果的に大きくする。

【 0 0 4 7 】

拡張（発散）光源又は視準光源を使用するシステムでは、屈曲可能なX線検出器を屈曲させるときに考慮する必要がある態様は、撮像操作で画像を取り込んだ後、画像を検査するだけでは、画像取り込み操作中の屈曲可能なX線検出器の形状を判定することが多くの場合は困難であるということである。結果として、ユーザーは、画素が屈曲の量又は湾曲した位置によってどのように歪んでいるかを知ることができず、平坦かつ／又は剛性のパネルでの作業に慣れているユーザーにとって、画像の解釈が困難になる。

【 0 0 4 8 】

本明細書には、ひずみ（ゲージ）センサを屈曲可能なX線検出器バックプレーンに取り付けて、及び／又は統合して、画像取り込み中、すなわち、画像取り込み時に同時に又は実質的に同時に、ひずみセンサ曲率を記録することによる、画像歪みの問題に対する解決策が開示される。次いで、既知の曲率を使用して、X線検出器の曲率によって作製された画像内の歪みの補正及び／又は標識化のいずれかを行うことができる。これは、位置に固定されていないが、X線取り込み画像ごとに自由に位置付けられ得る、自由に可撓性のX線検出器に特に有用である。

【 0 0 4 9 】

説明される実施形態では、複数のひずみセンサを使用して、X線検出器の長さ及び幅（例えば、x軸及びy軸の位置）に沿った離散化したひずみ測定が提供される。可撓性X線検出器は、屈曲可能であるが伸縮可能ではなく、したがって、X線検出器は、一度に1つの軸に沿ってのみ屈曲され得、その曲げ半径は、屈曲方向に垂直な方向に沿って一定となる。結果として、X線（イメージャ）検出器の屈曲位置（例えば、屈曲の場所及び量）を記録するために、2列の目立たないひずみセンサのみが必要とされる。

【 0 0 5 0 】

前述の考察をより具体的にするため、ここでは図5の装置500に注目する。ひずみセンサ502の水平線及びひずみセンサ504の垂直線は、（基板又は層の）実質的に平面の表面506に取り付けられるか、又は統合される。あるいは、ひずみセンサの装置は、基板又は層の縁部に配向された2つの直交軸に沿って画素化されて、いずれか又は両方の軸に沿って屈曲形状を検出する。非限定的な一実施形態では、表面506は、可撓性X線検出構造体の底部支持層である（例えば、図1の層108を参照されたい）。

【 0 0 5 1 】

したがって、この非限定的な例では、ひずみセンサは、可撓性X線検出器構造体の最外層（すなわち、同じく図1のX線検出器100の層108）に配置される。この場所を使用することによって、ひずみセンサ502、504は、常に最大ひずみを経験するはずである。加えて、ひずみセンサをX線検出器バックプレーン（例えば、図1のa-Si検出器バックプレーン104）の裏側に配置することによって、ひずみセンサを、X線吸収を妨害することなく、基板506の表面上の任意の場所に位置付けることができる。

【 0 0 5 2 】

使用され得る個々のひずみセンサに注意しながら、個々の異なるサイズのひずみセンサ610及び620を示す図6の装置600に注目する。非限定的な例として、ひずみセンサ610、620は、当該技術分野において周知である蛇行ひずみ（ゲージ）センサとして描写されている。これらは、可撓性基板614、624上に製造された金属ワイヤ612、622からなる。基板614、624が屈曲されると、ワイヤ612、622の全長

10

20

30

40

50

及び幅が変化して、抵抗（及び／又は電圧若しくは電流）の測定可能な変化をもたらす。抵抗（及び／又は電圧若しくは電流）の変化を記録し、ひずみセンサのゲージ率を知ることによって、ひずみセンサ上のひずみが決定され得る。特定されたひずみから、局所的曲率半径が決定され得る。異なるサイズであることに加え、本明細書で使用されるひずみセンサは、異なる感度を有し得ることが理解される。特定のひずみセンサ上で測定されたひずみは、製造中に、ひずみセンサが屈曲された度合いに抵抗（及び／又は電圧若しくは電流）変化を相関させるように較正されることも知られている。

【 0 0 5 3 】

図 5 の装置 5 0 0 を使用した（すなわち、全て同じサイズ、ゆえに同じ感度のひずみセンサ又は異なる混合センサを有する）X 線（イメージャ）検出器の実際の実装では、ひずみセンサ装置のサイズ選択のため、分解能と感度との間にトレードオフが存在する。小さいセンサ装置ほど、良好な分解能を提供するが、感度は下がる。

10

【 0 0 5 4 】

この感度／分解能トレードオフに対処するための特定の非限定的な方法は、X 線検出器（例えば、図 1 の X 線検出器又はイメージャ 1 0 0 ）に取り付けられた／統合された、最小の 2 列を超えるひずみセンサを含む、図 7 の装置 7 0 0 によって示されている。むしろ装置 7 0 0 によって示されるように、ひずみセンサの複数の水平列 7 0 2、7 0 4 及び異なる長さを有するひずみセンサの複数の垂直列 7 0 6、7 0 8 は、基板又は層 7 1 0 の表面（例えば、図 5 の基板又は層 5 0 6 の表面など、又はそれと同様のもの）に取り付けられ／統合され、使用されるひずみセンサの増加によって前述のトレードオフを軽減するために使用される。また前述のように、バックプレーン（例えば、図 1 の 1 0 4 ）の裏側にひずみセンサを取り付ける及び／又は統合することにより、ひずみセンサが画像取得を妨害しないように、ひずみセンサの自在な配置を可能にする。

20

【 0 0 5 5 】

別の実施例について、図 8 の装置 8 0 0 に注目する。この実施形態では、複数のひずみセンサ装置 8 0 2 が表面 8 0 4 全体に搭載されて、追加のデータ点が提供される。また、前述のように、バックプレーン（例えば、図 1 の 1 0 4 ）の裏側にひずみセンサを取り付けることによって、完全に自由な配置が提供される。前出の実施例は、X 線検出器又はイメージャにわたる高空間分解能及び高感度の両方を得るため、縮小サイズの複数の列を含むことによって、ひずみセンサの画素化の概念を例示している。

30

【 0 0 5 6 】

図 5、図 7、及び図 8 に示されるひずみセンサ装置によって収集されたデータを読み取る／ダウンロードするために使用される接続部又は取り付け部は、既知のデータ通信スキームを使用して、基板表面（例えば、5 0 6、7 1 0、8 0 4）の縁部に作製されることが理解される。例えば、4 本のワイヤがそれぞれ個々のひずみセンサから出ている 4 点プローブ測定装置を使用してもよい。当該ひずみセンサにわたる測定（例えば、電圧）が可能になる。このような読み出しは、特定の実施形態では、本明細書で論じられる、当該技術分野において既知の他の装置の中でも、マイクロコントローラ、マルチプレクサを使用して実現され得る。

【 0 0 5 7 】

40

また、基板又は層 5 0 6、7 1 0、及び 8 0 4 の表面は、底部支持層（例えば、図 1 の下面保護層 1 0 8）であると記載されているが、そのような層の外側にひずみセンサ装置が取り付けられるか又は統合されることも理解される。ひずみセンサ装置は、他の場所の中でも、底部支持層の内側、図 1 の基板 1 0 6 の外表面又は内表面などの他の場所に取り付けられてもよく、又は統合されてもよい。

【 0 0 5 8 】

また、図 5、図 7、及び図 8 の配列に関して、ひずみセンサは、図 1 のバックプレーン 1 0 4 とは完全に異なる層上に位置することが言及されている。当然のことながら、ひずみセンサの特定の場所を決定する際には、画像の生成及び取り込みを妨害することを回避する要望を考慮するであろう。

50

【 0 0 5 9 】

ここで、本明細書の別の実施形態を参照すると、ひずみセンサ構造体は、多くの場合、抵抗を読み取るための接触点を有する金属線である。この構造体は、X線イメージャ又は検出器を製造するために既に採用されているTFTバックプレーン製造プロセスに組み込まれるのに十分に単純である。そのため、同じプロセスを同時に（例えば、一斉に）使用して、例えば、図1の底部支持層などの、ただしこれらに限定されない、X線検出器のバックプレーン又は他の層の縁部の周囲にひずみセンサを追加することができる。

【 0 0 6 0 】

バックプレーン上のひずみセンサの統合を参照すると、ゲート及びデータ線をバックプレーンのフォトダイオードに関連付けるための標準的なTFTバックプレーンプロセスにおいて、既に少なくとも2つの金属層が存在している。これらの金属層は、典型的にはAl又はMoCrである。この実施形態では、図9の装置900によって示されるように、ひずみセンサ902、904からデータを読み出すために、2列のひずみセンサ902、904が、基板又は層910上の2つの側（例えば、矢印906、908によって表される複数のデータ読み出し接点に対応する）に沿って追加されている。このようなプロセスは、前述のように、及び/又は適切である場合はTFTアレイを使用するなど、データ読み出しの何らかの方法を使用し得る。また、図9に表わされているバックプレーン912は、接続領域（矢印914、916によって表わされるデータ読み出し接点）を有するフォトダイオード/TFTアレイを含む。

【 0 0 6 1 】

上記の構成は、付加的な製造工程を追加することなく、ひずみセンサがX線検出器に自動的に統合されることを意味する。しかしながら、いくつかの潜在的な問題もある。1）X線イメージャ又は検出器構造体が、TFTバックプレーンが中立面に設置されるように設計されている場合（米国特許出願第15/951,407号に記載されているとおり）、これらのひずみセンサは、センサ曲率を測定することができない。2）ひずみ（ゲージ）センサを製造するために既に存在する金属層を利用することは、金属層内の他の構造体への短絡を防止するために、ひずみセンサをバックプレーンから離れた、ゲート及びデータ接点の反対側に製造することを必要とする。アレイの2つの非接触面上のこれらの余分な非撮像構造体は、X線検出器又はイメージャと基板の縁部との間の非撮像死角領域となる最小縁部の側面を増加させる。

【 0 0 6 2 】

これらの問題を軽減するために、少なくとも2つの方法が存在する。まず、図10の装置1000に示されるように、ひずみセンサ1002を、バックプレーン構造体1006の下第3の金属層1004上に製造することができる。図10の設計を使用して、ひずみセンサ1002を層1004全体に置くことができる。この設計はまた、X線検出器及びひずみセンサの入力/出力、並びにそれらの入力及び出力を分離する。しかしながら、図10の実施形態は、別のパターンニング層を追加することによって製造プロセスの複雑さを増加させる。

【 0 0 6 3 】

代替的な選択肢は、図11及び図12に示されるような折り畳み領域を有する構造体を作製することである。この折り畳みは、（図1の）基板106の可撓性の性質によって可能である。より具体的には、図11の装置1100に例示されるように、基板1102は、その上に水平ひずみセンサ1104及び垂直ひずみセンサ1106を、バックプレーン（例えば、フォトダイオード/TFTアレイ）1108と共に形成している。水平折り線1110及び垂直折り線1112も描写されている。図12に関連して説明されるように、プロセスは、バックプレーン（例えば、フォトダイオード/TFTアレイ）下にひずみセンサを有する基板1102の一部を折り畳み、最小縁部を覆い直すことを含む。死角領域を減少させるためのこの緩和戦略は、ひずみセンサをTFTバックプレーンの平面から外に移動させる追加の態様を有するため、イメージスタックアップが、バックプレーンを中立面に設置するように設計されている場合でも、ひずみセンサは、屈曲されたときに

依然としてひずみを経験することになる。基板 1 0 6 (図 1) は、ひずみセンサ上のひずみを更に増加させるよう、補強層 1 0 8 (図 1) の縁部の周囲でなお屈曲され得る。

【 0 0 6 4 】

図 1 2 は、垂直ひずみセンサ 1 1 0 6 の観点から上述した (図 1 1 の) 折り畳み概念の一実施例の側面図 1 2 1 0、1 2 2 0、1 2 3 0 を例示している。最初に、側面図 1 2 1 0 では、折り線 1 1 1 2 が、垂直ひずみセンサ 1 1 0 6 を搭載する基板 1 1 0 2 の部分とバックプレーン (例えば、フォトダイオード / T F T 装置) 1 1 0 8 との間を区別している。次の側面図 1 2 2 0 は、垂直ひずみセンサ 1 1 0 6 を搭載する基板 1 1 0 2 の部分が下向きに折り畳まれ始めており、バックプレーン 1 1 0 8 を搭載する基板 1 1 0 2 の部分は同じ位置に留まっていることを示している。最後に、側面図 1 2 3 0 に例示されるように、垂直ひずみセンサ 1 1 0 6 は、バックプレーン 1 1 0 8 を搭載する基板 1 1 0 2 の部分の下に折り畳まれたものとして描写されている。

10

【 0 0 6 5 】

便宜上、水平に搭載されたひずみセンサ 1 1 0 4 を有する縁部は示されていない。しかしながら、同様の動作が水平ひずみセンサに適用されることが理解される。また、一部の状況では、2 組のひずみセンサ間の折り線の領域は、折り畳み操作の効率を高めるために切断されてもよい。加えて、基板 1 1 0 2 は、より多くのひずみセンサを上配置し、上述のように下側に折り畳むことができるように、大きめに作製されてもよい。なお更に、特定の実施形態では、絶縁層が提供され、折り畳まれていない部分の裏側と折り畳まれていない部分の裏側との間に配置されてもよい。

20

【 0 0 6 6 】

当該技術分野において理解されるように、バックプレーンからの (例えば、フォトダイオード / ピクセル及び T F T からの) データ読出しは、T F T のマトリックスを採用して、フォトダイオードのアレイの特定のフォトダイオードからデータを得ることができる。この実施形態では、(バックプレーンに関連付けられた T F T とは明確に別個の) T F T の第 2 のマトリックスは、ひずみセンサに接続されて、画像データを (例えば、フォトダイオードから) 読み出すために使用される T F T のマトリックスと類似しているがやはり別個の、ひずみセンサのための多重化統合読み出しスキームを提供する。

【 0 0 6 7 】

X 線検出器動作と同様に、ひずみセンサに関連付けられた T F T は、それぞれのひずみセンサをアドレス指定し、そこからデータを順次読み出すために使用される。ひずみセンサに関連付けられた T F T は、同じ制御シーケンス、及び特定の実施形態では、画像フォトダイオード / 画素に使用されるものと同じ外部ハードウェア (ただし、T F T ではない) によってアドレス指定され得る。これは、少なくともも次の 2 つの利点を有する。1) 湾曲 X 線検出器の同時測定及び光学画像測定を保証し、2) ひずみセンサデータを、簡略化したデジタル処理及び補正のため、光学画像と同じデータ構造の追加データとして容易に記録され得ることを可能にする。マトリックス型読出しの使用 (X 線イメージャデータ読出しのマトリックス設計と同様) は、多数のひずみセンサが採用されているときに特に有用であり得る。

30

【 0 0 6 8 】

図 1 3 及び図 1 4 を参照すると、上述のように、ひずみセンサからのデータ読み出しに使用される回路設計が例示されている。

40

【 0 0 6 9 】

図 1 3 は、ブリッジ測定構成 1 3 0 0 を例示している。回路 1 3 0 0 において、抵抗ブリッジ回路 1 3 0 4 内のひずみセンサ 1 3 0 2 は、電源 1 3 0 6 及び読み出し用 T F T 1 3 0 8、1 3 1 0 と関連付けられている。T F T は、関連するひずみセンサ 1 3 0 2 からデータを選択し、読み出すためのゲート線 1 3 1 2 及びデータ線 1 3 1 4、1 3 1 6 に接続されている。ゲート線 1 3 1 2 及びデータ線 1 3 1 4、1 3 1 6 は、複数の同様に配置された相互接続のブリッジ測定構成を含む、より大きいマトリックス回路装置の一部であることが理解される。

50

【 0 0 7 0 】

図 1 4 を参照すると、分割器測定構成 1 4 0 0 が例示されている。回路 1 4 0 0 において、抵抗分割器回路 1 4 0 4 内のひずみセンサ 1 4 0 2 は、電源 1 4 0 6 及び読み出し用 T F T 1 4 0 8 と関連付けられている。T F T 1 4 0 8 は、関連するひずみセンサ 1 4 0 2 からデータを選択し、読み出すためのゲート線 1 4 1 2 及びデータ線 1 4 1 4 に接続されている。ゲート線 1 4 1 2 及びデータ線 1 4 1 4 は、複数の同様に配置された相互接続の分割器測定構成を含む、より大きいマトリックス回路装置の一部であることが理解される。

【 0 0 7 1 】

ある領域上のひずみを測定するため、本開示にあるようにひずみセンサを追加した可撓性 X 線検出器を扱う場合、受信したデータを使用して、画像が取り込まれたときのイメージ上のそれぞれの点における正確な曲げ半径を戻すことができ、それにより、そのような情報を直接ユーザーに提示することができるか、又はその情報を使用して、画像が平坦 / 剛性の検出器から得たものと同様に見えるよう、画像を変更 / 調整することができる。例えば、特定のひずみセンサ上で測定されたひずみは、製造中に、電圧（及び / 又は抵抗若しくは電流）の変化をひずみセンサの屈曲度に相関させるように較正されることが知られている。したがって、一実施例では、撮像される構造体は、（個々に又は何らかの所定のサブグループのいずれかで）ひずみセンサのそれぞれによって画定されるセグメントに分割される。これにより、ひずみセンサから出力された測定データに基づいて局所ひずみを決定することが可能になり、屈曲可能な X 線検出器の形状を決定することが可能になる。すなわち、X 線検出器の特定された屈曲量は、X 線検出器の既知の屈曲していない位置と比較され、これを使用して、屈曲、ゆえに現在の X 線検出器の形状が決定される。このように、屈曲可能 / 可撓性 X 線検出器へのひずみセンサの取り付け及び / 又は統合は、画像が取得される時点での X 線検出器形状の決定を可能にする。

【 0 0 7 2 】

取得した情報から、湾曲した X 線検出器を使用して得た構造体の画像を再構成して、平坦 / 剛性の X 線検出器が使用された場合に見られる表示と一致させてもよい。画像取得時の屈曲可能な X 線検出器の形状を決定し、この情報を使用して、平坦 / 剛性の検出器の表示に対応する画像情報を変更 / 再調整することは、例えば、図 1 のコンピューティングデバイス 1 1 4 にロードされたソフトウェアによって実現され得、この撮像ソフトウェアは、屈曲可能な X 線検出器の屈曲によって生じる画像歪みを補正及び / 又は標識化することができる。

【 0 0 7 3 】

図 1 の X 線イメージの装置は、単一の検出器構成である。本明細書に記載される材料はまた、米国特許出願第 1 5 / 9 5 1 , 4 0 7 号に記載されているようなマルチスタック（又はスタックアップ）X 線検出器で使用されてもよいことを理解されたい。このタイプの使用では、ひずみセンサ装置は、画像検出を妨害しないよう、最終検出器層の後に位置付けられ、したがってマルチスタック（又はスタックアップ）用に 1 つのひずみセンサ装置を有することになる。

【 0 0 7 4 】

可撓性 X 線検出器にひずみセンサを組み込むことにより、画像が撮影されるときと同時に、可撓性 X 線検出器の局所的な屈曲を記録することが可能になる。この形状情報を使用して、検出器を屈曲させることによって生じる画像歪みの標識化又は補正のいずれかを行い、平坦な剛性検出器によって生成された画像を閲覧することにより慣れているユーザーを補助することが可能である。

10

20

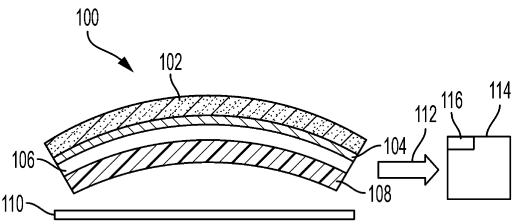
30

40

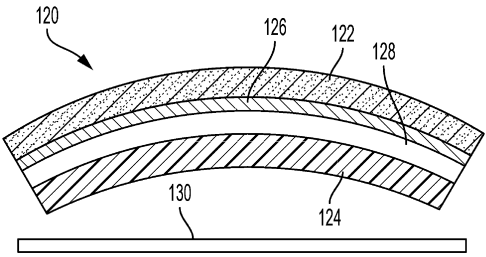
50

【図面】

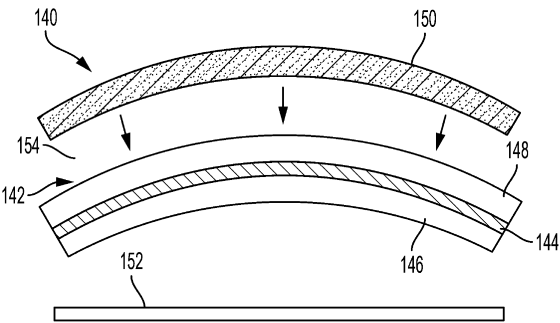
【図 1 A】



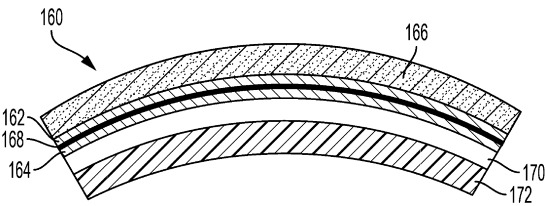
【図 1 B】



【図 1 C】



【図 1 D】



10

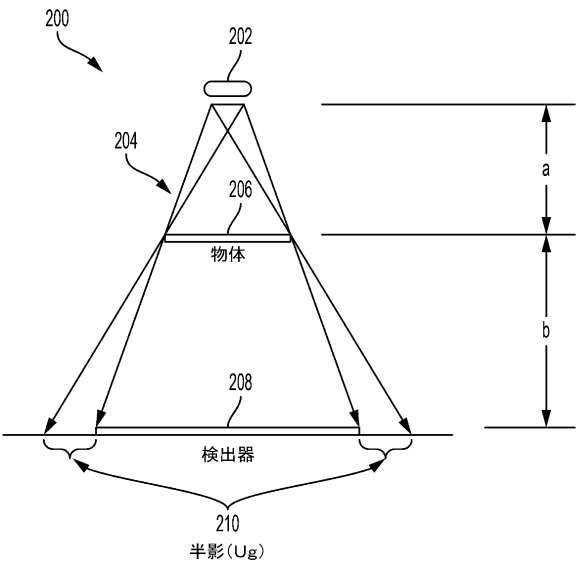
20

30

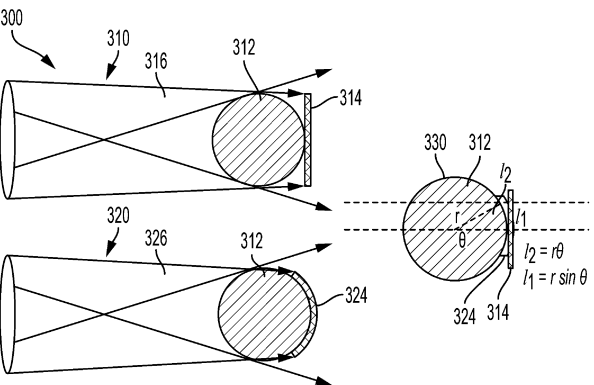
40

50

【図 2】

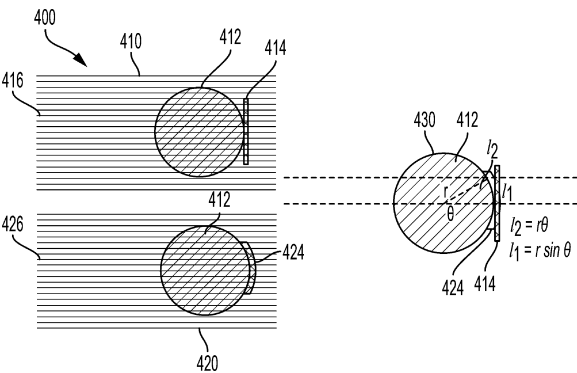


【図 3】

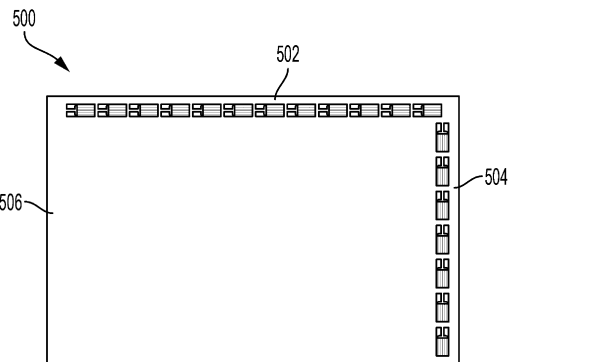


10

【図 4】



【図 5】



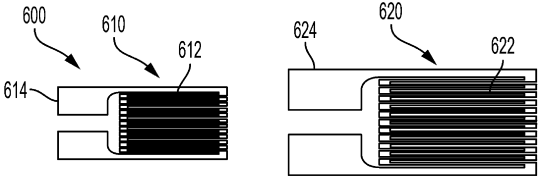
20

30

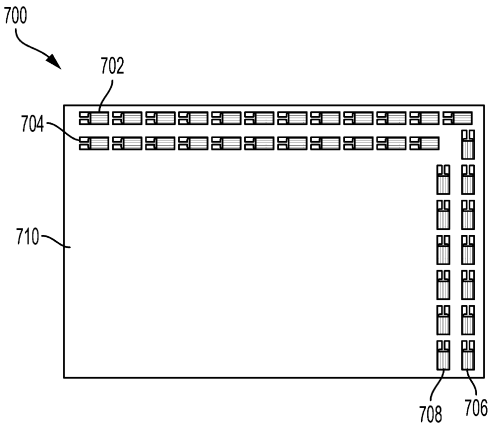
40

50

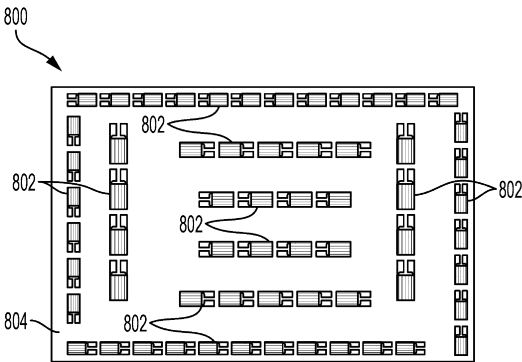
【図 6】



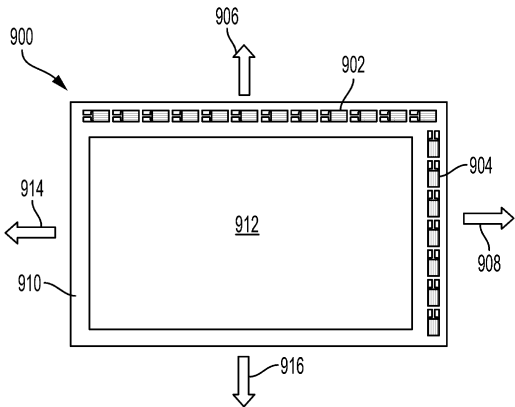
【図 7】



【図 8】



【図 9】



10

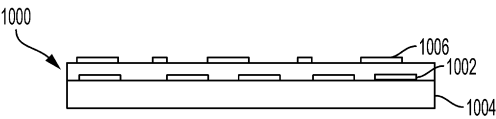
20

30

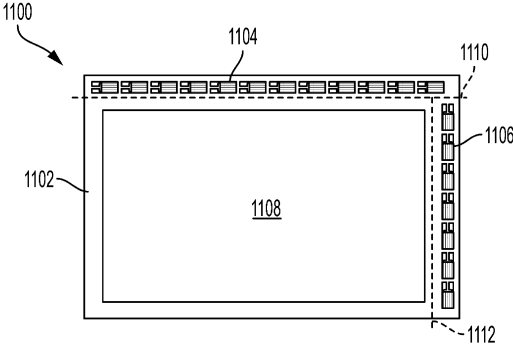
40

50

【図 1 0】

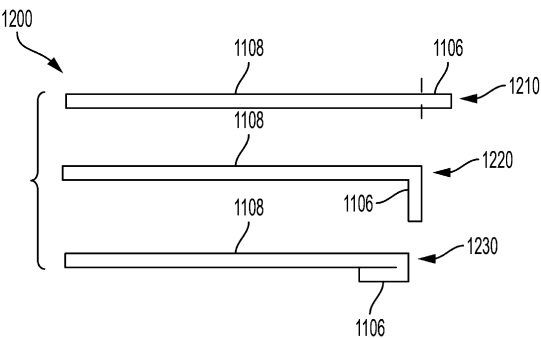


【図 1 1】

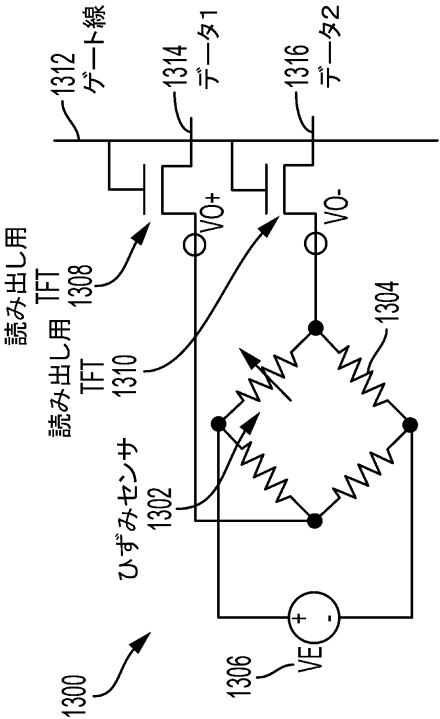


10

【図 1 2】



【図 1 3】



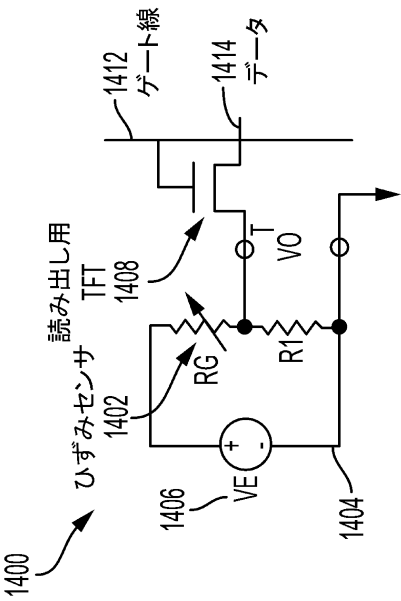
20

30

40

50

【図 14】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

(51)国際特許分類

F I
G 0 1 B 21/20

(74)代理人 弁理士 上杉 浩

100120525

弁理士 近藤 直樹

(74)代理人 100139712

弁理士 那須 威夫

(74)代理人 100167911

弁理士 豊島 匠二

(72)発明者 ジュリー・エイ・パート

アメリカ合衆国 カリフォルニア州 9 4 3 0 3 イースト・パロ・アルト キャンフォー・ウェイ
7 3 2

(72)発明者 ロバート・エイ・ストリート

アメリカ合衆国 カリフォルニア州 9 4 3 0 6 パロ・アルト ラ・パラ・アベニュー 8 9 4

(72)発明者 ジョン・シー・ナイツ

アメリカ合衆国 カリフォルニア州 9 5 0 7 3 ソケル ローレル・グレン・ロード 7 1 1

審査官 小林 幹

(56)参考文献 特開 2 0 0 3 - 0 7 0 7 7 6 (J P , A)

特開 2 0 1 1 - 0 7 2 5 0 2 (J P , A)

欧州特許出願公開第 0 3 1 8 5 0 4 5 (E P , A 1)

特開 2 0 1 2 - 0 4 7 5 8 4 (J P , A)

(58)調査した分野 (Int.Cl., D B 名)

G 0 1 T 1 / 0 0 - 1 / 1 6

G 0 1 T 1 / 1 6 7 - 7 / 1 2

A 6 1 B 6 / 0 0 - 6 / 1 4

G 0 1 B 2 1 / 0 0

G 0 1 B 2 1 / 2 0

G 2 1 K 4 / 0 0